



هدف از این تمرین آشنایی با کاربرد نرم افزار MATLAB در پردازش سیگنال و نیز مفاهیم ساده و در عین حال پرکاربرد درس سیگنالها و سیستمها بویژه در کارکردن با سیگنال تصویر است. به این منظور در این تمرین یک تصویر دیجیتال را به عنوان سیگنال ورودی در نظر می گیریم.

یک تصویر دیجیتال خاکستری عبارت است از یک تابع دومتغیره $f(m, n)$ که روی حوزه مکان دو بعدی گسسته m, n تعریف شده و هر یک از این نقاط را یک پیکسل می نامیم. چنین تصویری یا حاصل نمونه برداری تصویر آنالوگ بوده و یا مستقیماً توسط ادواتی مثل CCDها به دست می آید. اما معمولاً تصویر و هر سیگنال دیگر در عمل با نویز همراه می باشد (نویز یعنی سیگنال ناخواسته ای که باعث کاهش کیفیت سیگنال اصلی می شود). در تصویر، اثر این نویز به صورت نقاط سیاه و سفید، مات شدگی و... ظاهر می شود. بسته به اینکه عامل و یا عوامل اصلی ایجاد این نویز چه باشد (لرزش دست موقع تصویربرداری، محدودیت پهنای باند وسیله، محدودیت سرعت شاتردوربین و ...)، باید از تکنیکهای متفاوتی برای حذف یا کاهش اثر آن استفاده نمود. در حقیقت هدف، تغییر مقادیر تابع $f(m, n)$ به نحوی است که اثر نویز حداقل شود. بدیهی است این کار مستلزم مدل سازی مسئله و سپس انتخاب فیلترینگ مناسب است.

در این پروژه با موضوع نویز در تصویر و برخی روشهای کاهش اثرات نویز (نویززدایی)، و نیز فیلترهایی که با اهداف دیگری در پردازش تصویر مورد استفاده قرار می گیرند آشنا خواهیم شد.

آزمایش اول: تصویر houses.bmp را در محیط متلب بخوانید. برای این کار روشهای مختلفی وجود دارد. بعنوان مثال می توانید از

دستور `A=imread('nameofimage.bmp')` استفاده کنید. دقت کنید که تصاویر 512×512 هستند و ماتریس A بدست آمده دارای مقادیری بین ۰ تا ۲۵۵ است. برای تبدیل این مقادیر به اعدادی بین ۰ تا ۱ می توانید از دستور `J=mat2gray(A, [0 255])` استفاده کنید. مقدار ۰ نشان دهنده رنگ سیاه و مقدار ۱ نشان دهنده رنگ سفید است و مقادیر میانی مقادیر مقیاس خاکستری هستند.

(۱-۱) تصویر اصلی را با استفاده از دستور `imshow` مشاهده و آن را در گزارش بیاورید.

(۲-۱) حال با استفاده از دستور `randn` نویزی گوسی تولید کرده و به مقادیر پیکسلهای تصویر فوق اضافه کنید. نویز تولید شده دارای میانگین صفر و واریانس یک است. برای تولید نویزی با واریانس (شدت) دلخواه، کافی است عددی مانند c را در نویز مذکور ضرب کنید. در واقع با این کار، واریانس نویز به مقدار c^2 تغییر می کند. تصویر نویزی را با $c=0.2$ مشاهده و آن را در گزارش بیاورید.

۳-۱) یک فیلتر میانگین M تابی یک بعدی روی این تصویر اعمال کنید. منظور از فیلتر میانگین یک بعدی، فیلتری است که هر پیکسل را در نظر گرفته و میانگین M پیکسل اطراف آن (در راستای افقی) را گرفته و جایگزین پیکسل مذکور می‌کند. به عبارت دیگر مثلاً بازای $M=3$ داریم:

$$y(m, n) = \frac{1}{3} \{x(m, n-1) + x(m, n) + x(m, n+1)\}$$

با اعمال فیلتر میانگین یک بعدی بازای $M=7$ تصویر را فیلتر نموده و با مشاهده آن، تصویر را در گزارش خود بیاورید. برداشت شما این است که تصویر تا حدودی نویززدایی شده است یا خیر؟ ضمناً آیا این فیلتر علی است؟

نکته ۱: دقت کنید که برای گوشه‌های تصویر که پیکسل‌های بکاررفته در رابطه فیلتر، وجود ندارد، از مقادیر صفر در محاسبه استفاده کنید.

۴-۱) برای مشاهده پاسخ فرکانسی فیلترها، از دستور `freqz` استفاده کرده و اندازه پاسخ فرکانسی فیلتر مورد استفاده را رسم کنید. با توجه به باند عبور و باند توقف فیلترها (فرکانس‌هایی که فیلتر عبور می‌دهد یا حذف می‌کند)، اثر آن را روی نویززدایی تحلیل کنید.

۵-۱) با تغییر مقدار M به ۳ و ۱۵، اولاً اثر آن روی نویززدایی را بصورت چشمی بررسی نموده، و ثانیاً با رسم پاسخ فرکانسی فیلترها در این دو حالت، اثر مذکور را توجیه نمایید. افزایش M چه تاثیری بر نویززدایی داشته و چه تاثیرات دیگری روی تصویر می‌گذارد؟ (بویژه به اثر آن روی لبه‌های تصویر دقت کنید). تصاویر نویززدایی‌شده و پاسخ‌های فرکانسی فیلترها را در گزارش خود بیاورید.

۶-۱) حال با تغییر عدد C به مقادیر بزرگتر یا کوچکتر، شدت نویز را تغییر داده و دوباره تصاویر نویزی را مشاهده نموده، و با اعمال فیلترها آنها را نویززدایی کنید. بدون آوردن تصاویر در گزارش، صرفاً تحلیل خود را بیان نمایید که در شرایط قویتر بودن نویز، برای نویززدایی بهتر است مرتبه فیلتر (M)، بزرگتر باشد یا کوچکتر؟ اثرات جانبی آن چیست؟

آزمایش دوم: فیلترهای پیچیده‌تر از فیلتر آزمایش اول، فیلترهایی هستند که میانگین‌گیری را در دو بعد انجام می‌دهند. به عبارت دیگر، برای هر پیکسل، اعداد مربوط به پیکسل‌های مجاور آن را میانگین گرفته و جایگزین می‌کنند (دقت کنید که این فیلتر حالت خاصی از فیلتر کانولوشنال است که در شبکه‌های هوش مصنوعی کاربرد بسیار زیادی دارد).

بعنوان مثال برای یک پنجره 3×3 ، مقادیر پیکسل‌های مشخص شده در شکل زیر، میانگین گرفته شده و جایگزین پیکسل قرمز رنگ می‌شود (دقت شود که در میانگین‌گیری روی این پنجره، تعداد عناصر $M \times M$ است و لذا پس از جمع، حاصل باید بر $M \times M$ تقسیم شود):

۱-۲) این فیلتر را یک بار با پنجره 7×7 و بار دیگر با پنجره 9×9 ، روی همان تصویر آزمایش اول (با نویز $c=0.2$) اعمال نموده، و نتیجه نویززدایی شده را با نتایج آزمایش اول مقایسه نموده و توجیه نمایید (شبیه به آزمایش اول در اینجا نیز به نکته ۱، دقت کنید). تصاویر نویززدایی شده را در گزارش بیاورید.

۲-۲) با تغییر مقادیر c و M ، روی اثر پارامتر M در نویززدایی و احیانا اثرات جانبی آن بحث کنید.

آزمایش سوم: دسته دیگری از فیلترها، فیلترهای تفاضلی هستند که برای کاربردهای دیگری بکار می‌روند و یک نمونه از آنها عبارت است از:

$$y(m, n) = x(m, n) - x(m, n - 1)$$

۱-۳) فیلتر فوق را روی تصویر ابتدایی اصلی (بدون نویز) اعمال نموده و نتیجه را مشاهده نمایید. اثر فیلتر چه بوده است؟ تصویر را در گزارش خود بیاورید (شبیه به آزمایش اول در اینجا نیز به نکته ۱، دقت کنید).

۲-۳) با محاسبه و رسم پاسخ فرکانسی فیلتر فوق مانند بند (۱-۴)، با تحلیل فرکانسی، اثر فیلتر روی تصویر را توجیه نمایید. پاسخ فرکانسی را در گزارش بیاورید.